RESEARCH HIGHLIGHTS

Research Highlights are brief summaries of recently completed studies. The research reports in their entirety are available through the Canadian Housing Information Center (CHIC).

Technical Series 99-115

WATER QUALITY GUIDELINE AND WATER MONITORING TOOLS FOR RESIDENTIAL WATER REUSE SYSTEMS

Introduction

As part of CMHC's mandate to promote healthy housing, much research has been devoted to reducing water consumption in Canadian households. In addition to the more conventional water management strategies, CMHC has focused on residential water reuse–a concept that is gaining attention throughout the world. At present, CMHC has supported a number of demonstration projects utilizing water reuse technologies in Ottawa, Vancouver, Toronto, and the Far North.

A barrier to the acceptance of reuse technology in Canada has been the lack of data surrounding reused water quality and the lack of regulations for monitoring protocol (Note: British Columbia has been the first province to establish regulations for water reuse). Therefore, there is a need to examine water quality monitoring processes and their applicability for residential on-site water reuse. Moreover, there is a need to ensure occupant safety by monitoring the reliability of the reuse control system itself.

Research Program

This research paper has been commissioned by CMHC to examine monitoring needs for residential water reuse systems to satisfy the safety and health concerns of homeowners, property managers, consulting engineers, and regulatory agencies. It deals specifically with indirect water reuse processes such as reuse for toilet and laundry purposes.

Key components of the study are to examine regulatory, health, and safety concerns, identify concerns of the various responsible authorities, and develop a consensus/protocol for water reuse system monitoring and control.The guideline identifies various monitoring parameters and describes the available control system components; it also reviews their applicability in a residential water reuse system.

Key personnel from health and environmental agencies were invited to participate in a round table in mid-April 1999 to discuss the requirements of a water reuse monitoring and control protocol. That round table discussion was titled: "On-Site Water Reuse in Canada–Ottawa '99 Protocol."

Research Findings

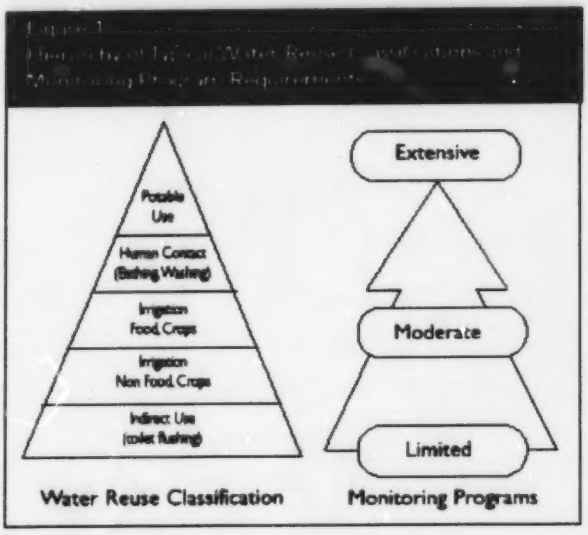
A monitoring program is necessary to address concerns about health and safety issues involving water reuse research, as well as the safe and practical application of reuse systems.The activities conducted to develop this monitoring program are the following:

- Identify monitoring program appropriate for an indirect water reuse classification (toilets);
- Review existing monitoring water reuse programs in Canada and other jurisdictions;
- Examine water quality parameters;
- Conduct a one-day round table discussion with key environmental and health decision-makers (On-Site Water Reuse in Canada–Ottawa '99 Protocol); and
- Survey water monitoring and control equipment

The following diagram relates different water reuse classifications to required monitoring programs:

This research paper concentrates on the establishment of a monitoring program for the indirect use classification (toilet use, clothes washing).As shown in Figure 1, the indirect use classification is not very extensive because

activities such as toilet flushing do not require as high a standard as potable use since it is not ingested or used for body contact.



Water quality is monitored using physical, chemical, or microbiological parameters. Most of these parameters were discussed at the Ottawa '99 Protocol Round Table.

One of the key physical parameters is turbidity. Health and aesthetics are considered when establishing acceptable turbidity levels. High levels of turbidity can protect micro-organisms from the effects of disinfection, stimulate the growth of bacteria, and exert a higher chlorine demand for disinfection.Turbidity is measured in Nephelometric Turbidity Units (NTU).The Ottawa '99 Protocol determined that a limit range of 5 to 20 NTU was deemed reasonable.

Colour is an aesthetic objective under the water quality guidelines. The presence of colour in water is not directly linked to health concerns.The target colour level for reuse of grey water in toilets of 30 TCU (True Colour Units) is considered aesthetically acceptable to most consumers.The Ottawa '99 Protocol concluded that, although a limit range of 5 to 20 TCU is advisable, the range should be established based on existing local water conditions.

A third physical property to consider in a monitoring program is odour.The treatment objective is to provide water that has no offensive odour. Odours may indicate the presence of harmful chemical substances or undesirable biological activity in the water.

The Ottawa '99 Protocol also discussed the analyses of suspended solids in the water. It was determined that the measurement of total suspended solids is an important parameter when the treatment facility is being commissioned. However, the measurement was considered unnecessary in long-term testing provided the treatment is being monitored for other key parameters.

The chemical or biochemical parameters to consider in the development of a monitoring program are:

- Biochemical or chemical oxygen demand (BOD/COD);
- Oxidation–reduction potential (ORP);
- Dissolved oxygen (DO);
- Organic compounds; and
- Volatile residues.

The volatile residues may include the disinfectant residuals used in the water reuse treatment system. The Ottawa '99 Protocol determined that a monitoring program need not include BOD because of the difficulties and length of time to conduct the analysis.The round table came to the same conclusion about chemical compounds such as copper, iron, and manganese, provided that the treatment facility is operating in a satisfactory manner.

To minimize health hazards and risks associated with exposure to microbiological contamination, the treated water should be microbiologically safe. Many tests are used to confirm safe water. The tests rely mainly on the presence of specific organisms that best indicate the presence of pathogens. Indicator organisms when absent tend to indicate that disease-producing organisms are probably also absent. One of these indicator micro-organisms is fecal coliform bacterium. Fecal coliform bacteria are found in warm-blooded animal intestines and feces. Escherichia-coli (E-coli) is the strain of coliform specific to mammal fecal contamination and is thus the most used

contamination indicator.

There exists a wide variation in existing regulations for water reuse quality requirements.The three existing monitoring guidelines for treated reused water for toilet flushing are criteria developed by the following:

- The United States Environmental Protection Agency (USEPA);
- CMHC in consultation with the Ontario Ministry of the Environment and the Regional Municipality of Ottawa-Carleton Health Department for the Light Grey Water Reuse Pilot Plant Project in Ottawa; and
- Townshend, for the CMHC report "Advancing the Light Grey Option."

All three criteria are presented in the following tables:

Table 1:
US EPA Unrestricted Urban Reuse Criteria (Toilet Flushing)

Parameter	Range Expected	Comments
BOD	5-30 mg/l	Normally monthly average
Total Suspended Solids	5-30 mg/l	Lower limit for most states
Coliform	0-200 per 100 ml	Most states require no single fecal coliform count to exceed 75/100 ml; or 75% of samples over month must be below detectable limits.
Turbidity	2-5 NTU	

Table 2: CMHC Toilet Reuse Pilot Project Ottawa Water Reuse Criteria

Parameters	Light Grey Water Criteria For Toilet Flushing
Total Suspended Solids	10 mg/l
Coliform	Conform to drinking water standards
Turbidity	20 NTU
Colour	30 TCU
Iron	1.0 mg/l
Manganese	0.5 mg/l

Table 3: Toilet Flushing Water Standards – Townshend

Parameters	Criteria
Turbidity	20 NTU
Colour	30 TCU
Odour	6 units
Manganese	0.5 mg/l
Copper	1.0 mg/l
Iron	1.0 mg/l

Monitoring programs should also include the monitoring of the instruments and test procedures used in the water treatment process. Monitoring requirements should not be expected to remain the same over the treatment facility's life cycle. Start-up concerns are expected to be different from the long-term system treatment performance considerations.

The guideline reports a number of monitoring instruments and test procedures. Equipment findings and strategies for incorporation into monitoring programs in residential water reuse systems are presented below.

- For microbiological testing and/or verification purposes, the use of a private laboratory or a simple Presence/Absence tube tester is recommended;
- In chlorine residuals testing, the use of test kits is recommended, which can be cost-effective.
- The use of specific testing equipment such as conductivity meters, colorimeters, and

spectrophotometers for continuous monitoring or in-house testing purposes is considered to be too costly for a residential application. When specific organic or inorganic chemical tests are required, the use of a laboratory to perform such testing should be considered.

- Measurements for turbidity are recommended as part of any monitoring program. Should the number of samples be sufficient to warrant the purchase of an instrument, then a portable turbidometer should be considered; otherwise, it is recommended that laboratory services be used to conduct turbidity tests.
- There are a number of new emerging instruments and techniques, such as particle counters and gene probe technologies, that hold considerable promise as monitoring tools. It is expected these technologies may provide the water industry with reliable and inexpensive methods to conduct parameter testing. Future research and/or lower instrument costs will be required before such technologies become widely available.
- The use and incorporation of automation controllers into small water reuse systems are recommended.

Results

The findings in this water quality guideline provide the basis for an interim monitoring tool for indirect water reuse systems (toilet flushing). The key parameters identified in this guideline are colour, turbidity, odour, coliform, and total suspended solids. Suggestions on the use of control equipment and test procedures for residential water reuse monitoring program are also described. Establishing a monitoring guideline for water reuse systems is the first step in gaining its acceptance. The research conducted by CMHC has led to funding for a number of water reuse demonstration projects.

This initiative, along with other similar projects, will help further the understanding of water reuse systems.

It is important to emphasize that the findings and recommendations in this report do not constitute a definitive criterion or risk assessment but rather provide guidelines for consideration in a monitoring program. Each regulatory agency is expected to have specific concerns, which may have to be addressed separately on a case-by-case basis. It is expected that the information in this paper will provide a good reference and starting point, one that which can be cited by regulatory agencies, designers, and homeowners in deciding the various monitoring parameters and control system components for a residential water reuse monitoring program.

Project team:

Project Manager:

Cate Soroczan / Stéphanie McFadyen

Research Report:

Water Quality Guideline and Water Monitoring Tools for Residential Water Reuse Systems, 1999

Research Consultant:

totten sims hubicki associates, www.tsh.ca

102-03085/

Prepared for:

CMHC-SCHL.

Housing Research at CMHC

Under Part IX of the National Housing Act, the Government of Canada provides funds to CMHC to conduct research into the social, economic and technical aspects of housing and related fields, and to undertake the publishing and distribution of the results of this research.

For a complete listing of Research and Development Highlights, or for more information on CMHC housing research, please contact:

The Canadian Housing Information Centre

Canada Mortgage and Housing Corporation
700 Montreal Road, Ottawa, Ontario K1A 0P7
Telephone: (613) 748-2367
Fax: (613) 748-2098

The information in this publication represents the latest knowledge available to CMHC at the time of publication, and has been thoroughly reviewed by experts in the housing field. CMHC, however, assumes no liability for any damage, injury, expense or loss that may result from use of this information.

©1996-2000, CMHC-SCHL. *All rights reserved.*

LE POINT EN RECHERCHE

Le point en recherche est le sommaire des recherches récemment achevées. On peut obtenir la version intégrale des rapports de recherche du Centre canadien de documentation sur l'habitation (CCDH).

Série technique 99-115

LIGNE DIRECTRICE SUR LA QUALITÉ DE L'EAU ET OUTILS DE CONTRÔLE DE L'EAU POUR LES SYSTÈMES RÉSIDENTIELS DE RÉUTILISATION DE L'EAU

Introduction

Dans le cadre du mandat qui lui est imparti de promouvoir les maisons saines, la SCHL a fait beaucoup de recherche sur la réduction de la consommation d'eau par les ménages canadiens. Outre les stratégies conventionnelles de gestion de l'eau, la SCHL a mis l'accent sur la réutilisation résidentielle de l'eau — concept qui attire de plus en plus l'attention partout au monde. Jusqu'ici, la SCHL a appuyé plusieurs projets de démonstration utilisant les technologies de réutilisation de l'eau à Ottawa,Vancouver,Toronto et le Grand Nord.

Au Canada, le manque de données sur la qualité de l'eau récupérée et l'absence de réglementation relative au protocole de contrôle font obstacle à l'acceptation de la technologie de réutilisation. (N.B. : La Colombie-Britannique a été la première province à édicter un règlement pour la réutilisation de l'eau.) Il devient donc nécessaire d'examiner les procédés de contrôle de la qualité de l'eau et la possibilité de les appliquer à la réutilisation sur place des eaux résidentielles. De plus, il faut assurer la sécurité des occupants en contrôlant la fiabilité du système de commande de la réutilisation.

Programme de recherche

La présente recherche a été commandée par la SCHL afin d'examiner les besoins de contrôle des systèmes résidentiels de réutilisation de l'eau en vue de répondre aux préoccupations des propriétaires, des gestionnaires immobiliers, des ingénieurs-conseils et des organismes de réglementation. Nous avons examiné expressément les processus indirects de réutilisation de l'eau, par exemple pour les toilettes et la lessive.

L'étude comporte les grandes composantes suivantes : étudier les préoccupations sur le plan de la réglementation, de la santé et de la sécurité; dégager les préoccupations des diverses autorités compétentes et élaborer par consensus un protocole pour le contrôle et la commande des systèmes de réutilisation de l'eau. La ligne directrice précise divers paramètres de contrôle et décrit les diverses composantes des systèmes de commande disponibles en plus d'en étudier l'applicabilité aux systèmes résidentiels de réutilisation de l'eau.

Des responsables des organismes du domaine de la santé et de l'environnement ont été invités à participer à une table ronde à la mi-avril 1999 pour discuter des exigences d'un protocole de contrôle et de commande de la réutilisation de l'eau. Cette table ronde portait le titre :"On-Site Water Reuse in Canada – Ottawa '99 Protocol." [Protocole Ottawa 99]

Conclusions de recherche

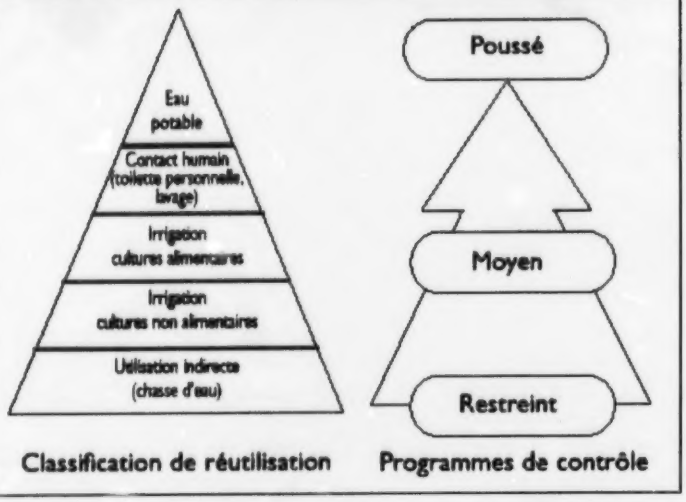
Un programme de contrôle est nécessaire pour répondre aux préoccupations en matière de santé et de sécurité relatives à la recherche sur la réutilisation de l'eau de même qu'à l'application sûre et pratique des systèmes de réutilisation. Les activités entreprises pour élaborer ce programme de contrôle sont les suivantes :

- préciser un programme de contrôle convenant à une classification de réutilisation indirecte de l'eau (toilettes);
- passer en revue les programmes en vigueur de contrôle de la réutilisation de l'eau au Canada et ailleurs;

- examiner les paramètres de la qualité de l'eau; ▒ organiser une table ronde d'une journée avec des décideurs clés du domaine de l'environnement et de la santé (On-Site Water Reuse in Canada – Ottawa '99 Protocol); et
- passer en revue le matériel de contrôle et de commande de l'eau.

Le diagramme suivant relie les diverses classifications de réutilisation de l'eau aux programmes de contrôle correspondants :

Figure 1
Hiérarchie des classifications typiques de réutilisation de l'eau et exigences correspondantes en matière de programmes de contrôle



Ce rapport de recherche se concentre sur la mise en place d'un programme de contrôle pour la classification d'utilisation indirecte (chasse d'eau, lavage du linge). Comme le montre la figure 1, la classification d'utilisation indirecte n'est pas très considérable, car des activités comme la chasse d'eau n'exigent pas une norme aussi élevée que l'eau potable, puisque l'eau n'est pas ingérée et ne vient pas en contact avec le corps.

La qualité de l'eau se contrôle selon des paramètres physiques, chimiques ou microbiologiques. La plupart de ces paramètres ont été discutés à la table ronde du Protocole Ottawa 99.

Un des principaux paramètres physiques est la turbidité. On tient compte de l'hygiène et de l'esthétique pour fixer des niveaux acceptables de turbidité. Un niveau élevé de turbidité peut protéger les micro-organismes contre les effets de la désinfection, stimuler la croissance des bactéries et exiger un niveau de chlore plus élevé pour la désinfection. La turbidité se mesure en unités de turbidité néphélométrique (UTN). Le Protocole Ottawa 99 a déterminé qu'une fourchette de 5 à 20 UTN semble une limite raisonnable.

La couleur est un objectif esthétique aux termes des lignes directrices sur la qualité de l'eau. La présence de couleur dans l'eau n'est pas liée directement à des préoccupations sanitaires. Le niveau cible de couleur pour la réutilisation des eaux ménagères dans les toilettes, soit 30 UCV (unités de couleur vraie), est jugé esthétiquement acceptable par la plupart des consommateurs. Le Protocole Ottawa 99 conclut que même si une fourchette de 5 à 20 UCV est souhaitable, la fourchette devrait être déterminée en fonction des conditions locales des eaux.

La troisième propriété physique prise en compte dans un programme de contrôle est l'odeur. L'objectif du traitement est de fournir une eau dépourvue d'odeurs désagréables.

Les odeurs peuvent être signe de la présence de produits chimiques nuisibles ou d'une activité biologique indésirable dans l'eau.

Le Protocole Ottawa 99 a aussi traité des analyses des matières en suspension dans l'eau. Il a été déterminé que la mesure du total des matières en suspension est un paramètre important lors de la mise en route des installations de traitement. Toutefois, cette mesure est jugée inutile à long terme si les autres paramètres clés sont contrôlés.

Les paramètres chimiques et biochimiques à prendre en compte dans l'élaboration d'un programme de contrôle sont les suivants :

- demande biochimique ou chimique en oxygène (DBO/DCO);
- potentiel d'oxydoréduction (rH);
- oxygène dissous (OD);
- composés organiques; et
- résidus volatils.

Les résidus volatils peuvent comprendre les résidus du désinfectant utilisé dans le système de traitement et de réutilisation.

Le Protocole Ottawa 99 a déterminé qu'il n'est pas nécessaire d'inclure la DBO dans un programme de contrôle en raison des difficultés et de la durée de l'analyse. La table ronde est arrivée à la même conclusion à propos de composés chimiques comme le cuivre, le fer et le manganèse, pourvu que le matériel de traitement fonctionne d'une façon satisfaisante.

Afin de minimiser les dangers pour la santé et les risques associés à l'exposition à la contamination microbiologique, l'eau traitée devrait être sans danger sur le plan microbiologique. Plusieurs analyses servent à le confirmer. Ces analyses reposent surtout sur la présence certains organismes qui indiquent le mieux la présence de pathogènes. Si les organismes indicateurs sont absents, cela tend à indiquer que les organismes pathogènes sont également absents. Un de ces micro-organismes indicateurs est la bactérie coliforme fécale. Les bactéries coliformes fécales se trouvent dans les intestins et les selles des animaux à sang chaud. Escherichia-coli (E-coli) est une bactérie coliforme spécifique à la contamination fécale par les mammifères et est donc l'indicateur de contamination le plus utilisé.

La réglementation en vigueur présente des variations considérables au titre des exigences relatives à la qualité de l'eau réutilisée. Les trois lignes directrices existantes pour l'eau récupérée et traitée utilisée pour les chasses d'eau ont été élaborées par :

- la United States Environmental Protection Agency (USEPA);
- la SCHL en consultation avec le ministère de l'Environnement de l'Ontario et le service de la santé de la municipalité régionale d'Ottawa-Carleton pour le Light Grey Water Reuse Pilot Plant Project [projet pilote de réutilisation des eaux grises] à Ottawa;
- Townshend, pour le rapport « Promotion de l'option réutilisation » de la SCHL.

Les trois jeux de critères sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableau 1 : USEPA, critères de réutilisation urbaine sans restriction (chasse d'eau)

Paramètre	Fourchette prévue	Remarques
DBO	5-30 mg/l	Normalement la moyenne mensuelle
Total des matières	5-30 mg/l	Limite inférieure en suspension pour la plupart des États
Coliformes	0-200 par 100 ml	La plupart des États exigent qu'aucune numération des coliformes fécaux ne dépasse 75/100 ml; ou que 75 % des échantillons du mois soient inférieurs à des limites détectables.
Turbidité	2-5 UTN	

Tableau 2 : Critères de réutilisation de l'eau du projet pilote de réutilisation des eaux grises de la SCHL à Ottawa

Paramètres	Critères d'eau grise récupérée pour chasse d'eau
Total des matières en suspension	10 mg/l
Coliformes	Conforme aux normes pour l'eau potable
Turbidité	20 UTN
Couleur	30 UCV
Fer	1,0 mg/l
Manganèse	0,5 mg/l

Tableau 3 : Normes pour la chasse d'eau – Townshend

Paramètres	Critères
Turbidité	20 UTN
Couleur	30 UCV
Odeur	6 unités
Manganèse	0,5 mg/l
Cuivre	1,0 mg/l
Fer	1,0 mg/l

Les programmes de contrôle devraient aussi comprendre le contrôle des instruments et des procédures d'analyse utilisés dans le processus de traitement de l'eau. Les exigences de contrôle ne devraient pas rester inchangées durant toute la durée utile des installations. Le démarrage devrait susciter des préoccupations différentes des considérations relatives au rendement à long terme.

La ligne directrice mentionne plusieurs instruments de contrôle et méthodes d'analyse. Voici les conclusions relatives à l'équipement et aux stratégies d'intégration aux programmes de contrôle des systèmes résidentiels de réutilisation de l'eau :

- pour les analyses microbiologiques ou à des fins de vérification, il est recommandé de recourir à un laboratoire privé ou à un simple analyseur de présence ou d'absence;
- pour les résidus de chlore, il est recommandé d'utiliser une trousse d'analyse, ce qui peut être économique;
- le matériel spécifique d'analyse — conductivimètres, colorimètres et spectrophotomètres — est jugé trop coûteux pour le contrôle permanent ou les analyses maison dans le cas des applications résidentielles. Si des analyses de chimie organique ou inorganique s'imposent, on devrait songer à recourir à un laboratoire;
- il est recommandé de procéder à des mesures de turbidité dans tout programme de contrôle. Si le nombre d'échantillons justifie l'achat d'un instrument, il faudrait songer à un turbidimètre portatif; autrement, il est préférable de s'adresser à un laboratoire;
- plusieurs techniques et instruments très prometteurs comme outils de contrôle font actuellement leur apparition, tels les compteurs de particules et les analyseurs de gènes. On espère que ces technologies fourniront à l'industrie de l'eau des méthodes fiables et peu coûteuses pour procéder à l'analyse des paramètres. Il faudra toutefois encore des recherches ou une diminution du coût des instruments avant que ces technologies se répandent;
- il est recommandé d'utiliser et d'intégrer des commandes automatiques dans les petits systèmes de réutilisation de l'eau.

Conclusion

Les conclusions de cette ligne directrice sur la qualité de l'eau fournissent la base d'un outil provisoire de contrôle pour les systèmes indirects de réutilisation de l'eau (chasse d'eau). Les principaux paramètres dégagés sont la couleur, la turbidité, l'odeur, les coliformes et le total des matières en suspension. Le lecteur y trouve aussi des suggestions sur l'utilisation du matériel de régulation et des méthodes d'essai pour un programme de contrôle de la réutilisation résidentielle de l'eau.

La mise en place d'une ligne directrice pour le contrôle des systèmes de réutilisation de l'eau est un premier pas en vue de les faire accepter. La recherche menée par la SCHL a donné lieu au financement de plusieurs projets de démonstration de réutilisation de l'eau. Cette initiative, de même que d'autres

projets semblables, aidera à faire mieux comprendre les systèmes de réutilisation de l'eau.

Il importe de souligner que les conclusions et recommandations de ce rapport ne constituent ni un critère définitif ni une évaluation du risque, mais plutôt des lignes directrices à prendre en compte dans un programme de contrôle. Chaque organisme de réglementation aura ses propres préoccupations, qui devront peut-être être abordées au cas par cas. Nous espérons que l'information contenue ici fournira une bonne référence et un bon point de départ pour les organismes de réglementation, les concepteurs et propriétaires qui devront décider des paramètres de contrôle et des composantes des systèmes de commande pour un programme de contrôle de la réutilisation résidentielle de l'eau.

Équipe de projet :

Directrices de projet :

Cate Soroczan / Stéphanie McFadyen

Rapport de recherche :

Ligne directrice sur la qualité de l'eau et outils de contrôle de l'eau pour les systèmes résidentiels de réutilisation de l'eau., 1999

Consultants :

totten sims hubicki associates, www.tsh.ca

Il est possible de se procurer un rapport complet de ce projet de recherche au Centre canadien de documentation sur l'habitation.

Cette publication contient les renseignements les plus à jour dont dispose la SCHL, lesquels ont été examinés par des experts du secteur de l'habitation. Toutefois, la SCHL n'assume aucune responsabilité pour les dommages, les blessures, les coûts et les pertes pouvant découler de l'utilisation de ces renseignements.

©1996-2000, SCHL-CMHC. *Tous droits réservés.*